

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] In the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which possesses an ignition plug and the fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column, and switches and carries out stratification combustion and homogeneity combustion The opening area adjustable means which makes it possible to change a substantial area of opening in a gas column of a suction port is provided. The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which makes max mostly substantial area of opening in said gas column with said opening area adjustable means at the time of said stratification combustion, and is characterized by decreasing a substantial area of opening in said gas column to setting area with said opening area adjustable means at the time of said homogeneity combustion.

[Claim 2] The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 occasionally characterized by the thing a lot of inhalation air contents of whose are need, and which is increased from said setting area in a substantial area of opening in said gas column with said opening area adjustable means also in the time of said homogeneity combustion.

[Claim 3] The septum by which said opening area adjustable means halves said suction port at least to an upper longitudinal direction near [ said ] the opening in a gas column, The inhalation-of-air control valve which can close one side of two longitudinal direction parts in said suction port halved by said septum is provided. Substantial area of opening in said gas column is mostly made into max by opening said one longitudinal direction part by said inhalation-of-air control valve at the time of said stratification combustion. The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 or 2 characterized by decreasing a substantial area of opening in said gas column to said setting area by closing said one longitudinal direction part by said inhalation-of-air control valve at the time of said homogeneity combustion.

[Claim 4] The mask wall with which said opening area adjustable means was formed in the part of the circumference of said opening in a gas column, You provide the amount of lifts adjustable device of an inlet valve, it is made to open so that said inlet valve may exceed said mask wall according to said amount of lifts adjustable device at the time of said stratification combustion, and substantial area of opening in said gas column is mostly made into max. The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a

cylinder according to claim 1 or 2 characterized by being made to open so that said inlet valve may not exceed said mask wall according to said amount of lifts adjustable device at the time of said homogeneity combustion, and decreasing a substantial area of opening in said gas column to said setting area.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder.

[0002]

[Description of the Prior Art] By injecting a fuel in the second half of a compression stroke, the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder possessing the fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column forms the good combustible gas mixture of ignitionability only near the ignition plug at the ignition time, and realizes stratification combustion which can burn gaseous mixture [ Lean as a whole ] in a gas column.

[0003] In this way, although stratification combustion is effective in reduction of specific fuel consumption The fuel injected in the compression stroke must be made to evaporate by the comparatively short time amount to ignition. In the common injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder giving up stratification combustion at the time of the engine heavy load which needs a lot of fuels, and injecting a fuel like an inhalation-of-air line -- an ignition time -- setting -- the inside of a gas column -- homogeneity -- homogeneity combustion which forms gaseous mixture is carried out.

[0004] Thus, in the common injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder, stratification combustion and homogeneity combustion switch and are carried out. In order to realize good homogeneity combustion, it is required to set like an inhalation-of-air line and to generate an inhalation-of-air style strong in a gas column. a strong inhalation-of-air style -- an injection fuel -- enough -- stirring -- homogeneity good in a gas column -- while making it possible to form gaseous mixture, turbulence by the inhalation-of-air style is made to maintain in a gas column also in an ignition time, and it makes it possible to bring the rate of combustion forward.

[0005] However, if it sets like an inhalation-of-air line, a strong inhalation-of-air style is generated in a gas column and turbulence is made to maintain in a gas column to ignition, formation of a combustible gas mixture near the ignition plug will be checked, and the combustible gas mixture in which this turbulence was formed near the ignition plug at the time of stratification combustion will be distributed before ignition, and good stratification combustion will be made unrealizable.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, the purpose of this invention is

making good each of homogeneity combustion and stratification combustion, as the strong inhalation-of-air style which can be set like an inhalation-of-air line is certainly generated in a gas column at the time of homogeneity combustion and such a strong inhalation-of-air style's is not generated in a gas column at the time of stratification combustion in the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which switches and carries out stratification combustion and homogeneity combustion.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 by this invention In the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which possesses an ignition plug and the fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column, and switches and carries out stratification combustion and homogeneity combustion The opening area adjustable means which makes it possible to change a substantial area of opening in a gas column of a suction port is provided. At the time of said stratification combustion, substantial area of opening in said gas column is mostly made into max with said opening area adjustable means, and it is characterized by decreasing a substantial area of opening in said gas column to setting area with said opening area adjustable means at the time of said homogeneity combustion.

[0008] Moreover, occasionally the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 2 by this invention is characterized by the thing a lot of inhalation air contents of whose are need and which is increased from said setting area in a substantial area of opening in said gas column with said opening area adjustable means also in the time of said homogeneity combustion in the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1.

[0009] Moreover, the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 3 by this invention In the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 or 2 said opening area adjustable means The septum which halves said suction port at least to an upper longitudinal direction near [ said ] the opening in a gas column, The inhalation-of-air control valve which can close one side of two longitudinal direction parts in said suction port halved by said septum is provided. Substantial area of opening in said gas column is mostly made into max by opening said one longitudinal direction part by said inhalation-of-air control valve at the time of said stratification combustion. It is characterized by decreasing a substantial area of opening in said gas column to said setting area by closing said one longitudinal direction part by said inhalation-of-air control valve at the time of said homogeneity combustion.

[0010] Moreover, the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 4 by this invention In the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 or 2 said opening area adjustable means The mask wall formed in the part of the circumference of said opening in a gas column and the amount of lifts adjustable device of an inlet valve are provided. It is

made to open so that said inlet valve may exceed said mask wall according to said amount of lifts adjustable device at the time of said stratification combustion, and substantial area of opening in said gas column is mostly made into max. It is characterized by being made to open so that said inlet valve may not exceed said mask wall according to said amount of lifts adjustable device at the time of said homogeneity combustion, and decreasing a substantial area of opening in said gas column to said setting area.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is outline drawing of longitudinal section showing the first operation gestalt of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention. In this drawing, 1 is a suction port and 2 is an exhaust air port. In the exhaust air port 2, the suction port 1 leads into the gas column through the exhaust valve 4 through the inlet valve 3, respectively. 5 is a piston, 6 is an ignition plug arranged focusing on gas column up abbreviation, and 7 is a fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column from the perimeter of the gas column upper part. The fuel injection valve 7 is arranged at the suction-port 1 side which serves as whenever [ low-temperature ] comparatively by the inhalation-of-air style in a combustion chamber, in order to prevent the vapor of a fuel.

[0012] Drawing 2 is the top view of a piston 5. As shown in drawing 1 and 2, the concave cavity 8 is formed in piston 5 top face. The cavity 8 is unevenly distributed in the fuel injection valve 7 side of piston 5 top face. A fuel injection valve 7 has a slit-like nozzle hole, and injects a fuel to a flabellate form with thin thickness. In order to carry out stratification combustion, as shown in drawing 1 and 2, in the compression stroke last stage, a fuel is injected into the cavity 8 formed in piston 5 top face. Although the fuel immediately after the injection shown with a slash is liquefied, it will evaporate, by the time it is led to about six ignition plug by opposite side-attachment-wall 8b which advances along with bottom wall 8a of a cavity 8, and counters the fuel injection valve of a cavity 8, and becomes the good combustible gas mixture of the ignitionability shown by the dot at the ignition time. In this way, it has the intention of realizing stratification combustion which enables combustion of gaseous mixture [ Lean / as the whole inside of a gas column ] by forming a combustible gas mixture in about six ignition plug.

[0013] Since it spreads crosswise in case it goes on along with bottom wall 8a of a cavity 8, the flabellate form fuel spray with thin thickness can absorb heat good from the wide range part of bottom wall 8a of a cavity 8. In the fuel which spread the bottom wall 8a top of a cavity 8 crosswise a fuel center section The velocity compornent which goes upward by opposite side-attachment-wall 8b of a cavity 8 is given, and it faces to about six ignition plug. The fuel both-sides section It collides with an acute angle to opposite side-attachment-wall 8b of the cavity 8 made circular in piston plane view, respectively, while the velocity compornent which goes upward is given, the velocity compornent which goes in the direction of a center is also given, and it faces to about six ignition plug.

[0014] In this way, the flabellate form fuel spray with thin thickness can form the combustible gas mixture of a lump with good evaporation extent about six ignition plug as

compared with the conventional conic fuel spray. It becomes possible to make the fuel oil consumption at the time of stratification combustion increase by that cause, and the stratification combustion with low specific fuel consumption can be expanded to a heavy load side. However, the fuel injection valve of this invention which does not have the fuel injection valve which realizes such flabellate form fuel spray as an indispensable component, and realizes the shape of a cone and the fuel spray of pillar-shaped \*\* is also usable.

[0015] When the time of an engine heavy load comes and a lot of fuels are needed by the flabellate form fuel spray, it becomes difficult to inject a fuel only in the compression stroke last stage, a fuel is injected like an inhalation-of-air line, and homogeneity combustion is carried out.

[0016] In order to realize good stratification combustion, it is required at the ignition time to maintain a combustible gas mixture to about six ignition plug. If it sets like an inhalation-of-air line and an inlet valve 3 is generally opened, inhalation of air will be introduced into a gas column from the whole perimeter of opening in a gas column of a suction port 1. From the exhaust air port 2 side in opening in a gas column of a suction port 1, by that cause While the inhalation-of-air style which is going to circle in the inside of a gas column to a lengthwise direction occurs so that the exhaust air port 2 side of a cylinder bore may mainly be descended and a suction-port 1 side may be gone up From the anti-exhaust air port side in opening in a gas column of a suction port 1, the inhalation-of-air style which is going to circle in the inside of a gas column to a lengthwise direction occurs so that the suction-port 1 side of a cylinder bore may mainly be descended and the exhaust air port 2 side may be gone up, and these two inhalation-of-air styles collide mutually within a gas column. Moreover, since a substantial area of opening in a gas column in the suction port 1 for introducing inhalation of air into a gas column becomes comparatively large, on the whole, the inhalation-of-air rate of flow at the time of being introduced into a gas column becomes slow.

[0017] In this way, since the two above-mentioned inhalation-of-air styles are weak, an inhalation-of-air line disappears easily to inside by colliding mutually. As [ distribute / the combustible gas mixture formed in about six ignition plug / do not check that turbulence is not continuing at least in the gas column in the second half of a compression stroke, and the combustible gas mixture at the time of stratification combustion is formed in about six ignition plug of the turbulence in a gas column, or / before ignition ] In this way, good stratification combustion is realizable.

[0018] however, homogeneity good if inhalation of air is mostly introduced by making substantial area of opening in a gas column into max in this way, in order to set like an inhalation-of-air line and for an inhalation-of-air style strong in a gas column not to exist, as mentioned above, but for the fuel injected from the fuel injection valve 7 at the time of homogeneity combustion to fully be stirred by the inhalation-of-air style and not to distribute in [ whole ] a gas column -- it becomes impossible to form gaseous mixture

[0019] It means that this operation gestalt makes good each of stratification combustion

and homogeneity combustion. In this operation gestalt, it is not made to drive an inlet valve 3 by the usual cam, for example, is made to drive with the electromagnetic or hydraulic actuator 10, and this actuator 10 can change an actuation stroke easily. Although you may make it make an exhaust valve 4 drive by the usual cam, it is made to drive with the actuator 10 for an inlet valve 3, and the same actuator 11. Especially, at least two steps of actuation with the second actuated position which realizes the small amount of lifts of an inlet valve 3 as a continuous line shows is possible for the actuator 10 of an inlet valve 3 to the first actuated position which realizes the big amount of lifts of an inlet valve 3 to drawing 3 as an alternate long and short dash line shows, and drawing 3 . [0020] Moreover, as shown in drawing 1 and 3, the mask wall 9 which projects downward is formed in the exhaust air port opposite side part of the circumference of opening in a gas column of a suction port 1. It is made to open in the first actuated position of the actuator 10 mentioned above, so that an inlet valve 3 may exceed the mask wall 9 as shown in drawing 3 by the big amount of lifts. Thereby, a substantial area about inhalation-of-air installation of opening in a gas column of a suction port 1 serves as max. Moreover, it is made to open in the second actuated position of the actuator 10 mentioned above, so that an inlet valve 3 may not exceed the mask wall 9 as shown in drawing 3 by the small amount of lifts. Thereby, a substantial area about inhalation-of-air installation of opening in a gas column of a suction port 1 turns into setting area which is not covered with the mask wall 9.

[0021] Drawing 4 is a map for switching the amount of lifts of such an inlet valve 1. A operating range is divided into three fields A, B, and C by the engine rotational frequency and the engine load in this map. A operating range A is a field where an engine rotational frequency and an engine load carry out stratification combustion which all are comparatively low operating range and was mentioned above. Let an actuator 10 be the first actuated position in this operating range A. Since an inlet valve 3 is made to open over the mask wall 9 and area of opening in a gas column of a suction port 1 is made into max by that cause While the inhalation-of-air rate of flow introduced into a gas column as well as the general case where it mentions above becomes slow on the whole In case two inhalation-of-air styles (an alternate long and short dash line shows to drawing 3 ) mainly generated circle in the inside of a gas column to a lengthwise direction, in order that they may collide mutually and may disappear easily, in a compression stroke, it does not have a bad influence on a combustible gas mixture, and good stratification combustion is realized.

[0022] Moreover, an engine rotational frequency and an engine load are operating range with comparatively high all, and since it becomes difficult to inject comparatively many need fuel quantity at this time only in the second half of a compression stroke, a operating range B is a field which carries out homogeneity combustion mentioned above. Let an actuator 10 be the second actuated position in this operating range B. Thereby, an inlet valve 3 is made to open so that the mask wall 9 may not be exceeded, and is decreased to setting area in the area of opening in a gas column of a suction port 1. While the inhalation-of-air rate of flow introduced into a gas column becomes quick by that cause, as

a continuous line shows to drawing 3 , the inhalation-of-air style mainly generated circles so that the exhaust air port 2 side of a cylinder bore may be descended and the suction-port 1 side of a cylinder bore may be gone up. in this way, the eddy which sets like an inhalation-of-air line and circles to a lengthwise direction by the inhalation-of-air style with an one direction strong in a gas column is formed, the fuel with which the inhalation-of-air line was injected in inside is fully stirred, and it distributes in [ whole ] a gas column -- making -- good homogeneity -- it becomes possible to form gaseous mixture. Moreover, this strong inhalation-of-air eddy also makes it possible to speed up the rate of combustion of homogeneity combustion, in order to continue circling in the inside of a gas column also in a compression stroke and to bring about turbulence in a gas column at the ignition time. In this way, good homogeneity combustion is realized. Since fuel evaporation within a gas column gets worse when cooling water temperature is low, a homogeneity combustion operating range B may be expanded to a low rotation low loading side. The stratification combustion zone with thereby comparatively much need fuel quantity is made into a homogeneity combustion zone, and good homogeneity combustion by the strong inhalation-of-air style is carried out.

[0023] Although a operating range C is a field which is a field where an engine rotational frequency and an engine load are still more expensive, and carries out homogeneity combustion from a operating range B, a lot of inhalation of air is required. In this operating range C, if an actuator 10 is made into the second actuated position, a substantial area of opening in a gas column of a suction port 1 will be too small, and the lack of inhalation of air will occur. Thereby, an actuator 10 is made into the first actuated position, is made to open so that an inlet valve 3 may exceed the mask wall 9, and prevents the lack of inhalation of air by making area of opening in a gas column of a suction port 1 into max. In this operating range, since a lot of inhalation of air is introduced into a gas column, as compared with the time of stratification combustion, the inhalation-of-air rate of flow can become large, can be set like an inhalation-of-air line, and can generate strong turbulence in a gas column rather than the time of stratification combustion. thereby -- an injection fuel -- enough -- stirring -- good homogeneity -- it is possible to form gaseous mixture.

[0024] Although an actuator 10 shall make adjustable the amount of lifts of an inlet valve 1 in two steps, you may make it make an inlet valve 3 open in this amount of middle lifts in this operation gestalt in the operating range C possible [ implementation of the amount of middle lifts of the inlet valve 3 made to open so that an inlet valve 3 may exceed the mask wall 9 slightly ], then above-mentioned. By carrying out like this, the area of opening in a gas column of a suction port 1 is increased from the setting area in a operating range B, and can cancel the lack of inhalation of air. Although the two above-mentioned inhalation-of-air styles are mainly generated in a gas column at this time Descend the suction-port 1 side of a cylinder bore, and the inhalation-of-air style which is going to go up and circle the exhaust air port 2 side It is formed, although it has the quick rate of flow and is the revolution style which there is little absolute magnitude, is incorporated in the style of [ of an opposite direction with much absolute magnitude ] inhalation of air, descends the

exhaust air port 2 side of a cylinder bore as a result, and goes up a suction port 1 side. this revolution style -- good homogeneity -- it becomes possible to realize not only formation of gaseous mixture but improvement in the rate of combustion by the turbulence in a gas column at the ignition time.

[0025] Although it set in this operation gestalt and the mask wall was prepared in the exhaust air port opposite side part of the circumference of opening in a gas column of a suction port 1, this does not limit this invention and you may make it prepare mask wall 9' in a part for the exhaust air port flank of the circumference of opening in a gas column of a suction port, as shown in drawing 5 . If made to open so that an inlet valve 3 may exceed mask wall 9' also by such mask wall 9', the eddy of an inhalation-of-air style strong in a gas column is not generated like the above-mentioned, and good stratification combustion can be realized.

[0026] On the other hand, if made to open so that an inlet valve 3 may not exceed mask wall 9', the strong vertical revolution style which descends the suction-port side of a cylinder bore in a gas column contrary to the above-mentioned, and goes up an exhaust air port side is generated, and good homogeneity combustion can be realized. In a high rotation heavy load operating range C, it is good also considering the area of opening in a gas column as max, and may be made to usually increase the area of opening in a gas column from the setting area at the time of homogeneity combustion like the above-mentioned, and thereby, the lack of inhalation of air cannot occur and good homogeneity combustion can be realized.

[0027] Moreover, you may make it prepare mask wall 9" so that, and abbreviation one half may be surrounded, respectively as an exhaust air port [ of the circumference of opening in a gas column of a suction port ], and suction-port side as shown in drawing 6 . [ being shown in drawing 6 ] If made to open so that an inlet valve 3 may exceed mask wall 9" also by such mask wall 9", the eddy of an inhalation-of-air style strong in a gas column is not generated like the above-mentioned, and good stratification combustion can be realized.

[0028] the homogeneity fully homogenized by bringing about turbulence strong in a gas column and fully stirring an injection fuel by introducing a high-speed inhalation-of-air style into a gas column although the inhalation-of-air style which circles especially in the inside of a gas column will not be generated on the other hand if made to open so that an inlet valve 3 may not exceed mask wall 9" -- gaseous mixture is formed and good homogeneity combustion can be realized. In a high rotation heavy load operating range C, it is good also considering the area of opening in a gas column as max, and may be made to usually increase the area of opening in a gas column from the setting area at the time of homogeneity combustion like the above-mentioned, and thereby, the lack of inhalation of air cannot occur and good homogeneity combustion can be realized.

[0029] Drawing 7 is outline drawing of longitudinal section showing the second operation gestalt of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention. Only the difference from the first operation gestalt is explained below. In this operation gestalt, the suction port 1 is halved by first longitudinal direction partial 1a



by the side of the exhaust air port 2, and second longitudinal direction partial 1b by the side of the anti-exhaust air port 2 by the septum 20 which extends in an upper longitudinal direction near the opening in a gas column. Moreover, the suction-port extension 21 connected to the cylinder head is similarly halved by the septum, and the inhalation-of-air control valve 23 which can close this extension is arranged at the extension of second longitudinal direction partial 1b. This inhalation-of-air control valve 23 is driven with actuators, such as a step motor.

[0030] Since a septum 20 is what extends from near the opening in a gas column of a suction port 1, notching for preventing contact at the time of closing motion of an inlet valve 3 is formed. Driving an inlet valve 3 and an exhaust valve 4 by the usual cam, especially the amount of lifts does not serve as adjustable.

[0031] Thus, in this constituted operation gestalt, in the stratification combustion operating range A of the map shown in drawing 4, the inhalation-of-air control valve 23 is opened fully, and opens second longitudinal direction partial 1b of a suction port 1. Thereby, the area of opening in a gas column of a suction port 1 serves as max, and similarly an inhalation-of-air style strong in a gas column does not occur with the first operation gestalt having explained, and it can realize good stratification combustion.

[0032] On the other hand, in a homogeneity combustion operating range B, clausilium of the inhalation-of-air control valve 23 is carried out. Thereby, inhalation of air is introduced into a gas column only from first longitudinal direction partial 1a of a suction port 1, and this makes a substantial area of opening in a gas column of a suction port 1 decrease to setting area. Thereby, as explained in drawing 3 of the first operation gestalt, inhalation of air is introduced into a gas column as a high-speed inhalation-of-air style of the one direction shown as a continuous line, and forms the strong vertical revolution style which descends the exhaust air port side of a cylinder bore, and goes up a suction-port side. Thereby, good homogeneity combustion is similarly realized with the first operation gestalt having explained.

[0033] In the homogeneity combustion operating range C which needs a lot of inhalation of air, it is prevented that open the inhalation-of-air control valve 23 fully, and inhalation of air is introduced into a gas column using both max, then first longitudinal direction partial 1a and second longitudinal direction partial 1b, and the lack of inhalation of air generates a substantial area of opening in a gas column of a suction port 1. this time -- first longitudinal direction partial 1a and second longitudinal direction partial 1b -- respectively -- since -- since the rate of flow becomes quick comparatively according to increase of inspired air volume, in a gas column, turbulence brings about the inhalation-of-air style introduced into a gas column -- having -- good homogeneity -- it becomes possible to form gaseous mixture.

[0034] Moreover, in this homogeneity combustion operating range C, the inhalation-of-air control valve 23 may be made half-open. By carrying out like this, the area of opening in a gas column of a suction port 1 Increase from the setting area at the time of the usual homogeneity combustion, and, as for inhalation of air, either first longitudinal direction

partial 1a and second longitudinal direction partial 1b are introduced into a gas column. For the lack of inhalation of air to be cancelable in addition, the inhalation-of-air style introduced into a gas column from second longitudinal direction partial 1b Although the rate of flow is quick, since there is little absolute magnitude, it is incorporated in the style of [ which are introduced into a gas column from first longitudinal direction partial 1a / a lot of ] inhalation of air, and the vertical revolution style which descends the exhaust air port side of a cylinder bore, and goes up a suction-port side as a result is formed. thereby still better homogeneity -- while being able to form gaseous mixture, it also becomes possible to make turbulence maintain and to speed up the rate of combustion in a gas column, at the ignition time.

[0035] In this operation gestalt, although first longitudinal direction partial 1a to generate an inhalation-of-air style strong at the time of homogeneity combustion considered as the abbreviation hemicycle cross section, in order to smooth inhalation-of-air flow further and to strengthen an inhalation-of-air style, without decreasing the cross section, it is good also as an ellipse or an ellipse form cross section. Moreover, although the suction port 1 was halved by the septum 20 to first longitudinal direction partial 1a by the side of an exhaust air port, and second longitudinal direction partial 1b by the side of an anti-exhaust air port and closing of second longitudinal direction partial 1b was enabled by the inhalation-of-air control valve 23 with this operation gestalt, this does not limit this invention, replaces it with second longitudinal direction partial 1b, and is good also as closing by the inhalation-of-air control valve being possible in first longitudinal direction partial 1a. With such a configuration, by closing motion control of the same inhalation-of-air control valve as the above-mentioned, the same inhalation-of-air style as the modification of the first operation gestalt shown in drawing 5 by each operating range can be generated, and each of stratification combustion and homogeneity combustion can be made good.

[0036] Moreover, although the suction port 1 was halved to the longitudinal direction by the lateral septum 20, you may make it halve a suction port 1 by the septum of a lengthwise direction with the second operation gestalt. In this way, by enabling closing of one side of two divided longitudinal direction parts by the inhalation-of-air control valve, the same inhalation-of-air style as the modification of the first operation gestalt shown in drawing 6 can be generated, and each of stratification combustion and homogeneity combustion can be made good. It is free to divide further into a longitudinal direction the suction ports 1 including the second operation gestalt halved by the longitudinal direction in this way.

[0037]

[Effect of the Invention] Thus, according to the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention, provide an ignition plug and the fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column, and it sets to the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which switches and carries out stratification combustion and homogeneity combustion. The opening area adjustable means which makes it possible to change a substantial area of opening in a gas

column of a suction port is provided. At the time of stratification combustion, substantial area of opening in a gas column is mostly made into max with an opening area adjustable means, and a substantial area of opening in a gas column is decreased to setting area with an opening area adjustable means at the time of homogeneity combustion. Thereby, at the time of stratification combustion, conjointly, on the whole, the inhalation-of-air style introduced into a gas column through opening in a gas column of the suction port made into the maximum area becomes late, and is set like an inhalation-of-air line, turbulence strong in a gas column is not generated, but inspired air volume and few [ comparatively ] things can realize good stratification combustion. On the other hand, at the time of homogeneity combustion, since the area of opening in a gas column of a suction port is decreased to setting area the homogeneity which fully stirred the injection fuel and was fully homogenized in order for the inhalation-of-air style introduced into a gas column through opening in this gas column to become quick, to set like an inhalation-of-air line and to bring about turbulence strong in a gas column -- gaseous mixture can be formed in a gas column and good homogeneity combustion can be realized.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is outline drawing of longitudinal section showing the first operation gestalt of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention.

[Drawing 2] It is the piston top view of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing explaining the adjustable lift of the inlet valve in the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder of drawing 1 .

[Drawing 4] It is the map used for adjustable lift control of an inlet valve, and closing motion control of an inhalation-of-air control valve.

[Drawing 5] It is the cylinder head bottom view showing the modification of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder of drawing 1 .

[Drawing 6] It is the cylinder head bottom view showing another modification of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder of drawing 1 .

[Drawing 7] It is outline drawing of longitudinal section showing the second operation gestalt of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention.

### [Description of Notations]

- 1 -- Suction port
- 2 -- Exhaust air port
- 3 -- Inlet valve
- 4 -- Exhaust valve
- 5 -- Piston

6 -- Ignition plug

7 -- Fuel injection valve

10 11 -- Actuator

20 -- Septum

23 -- Inhalation of air control valve

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-155748  
(P2002-155748A)

(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 0 2 B 23/10		F 0 2 B 23/10	D 3 G 0 2 3
17/00		17/00	A 3 G 0 9 2
			F 3 G 3 0 1
31/00	3 0 1	31/00	3 0 1 B
			3 0 1 C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-353310(P2000-353310)

(22) 出願日 平成12年11月20日 (2000.11.20)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 藤部 孝寛

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 服部 文昭

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に続く

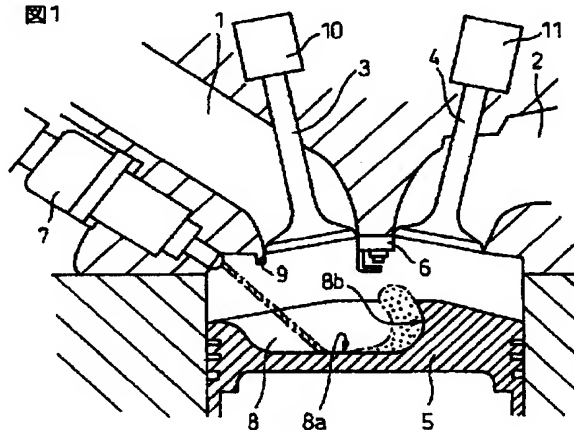
(54) 【発明の名称】 筒内噴射式火花点火内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 成層燃焼と均質燃焼とを切り換えて実施する筒内噴射式火花点火内燃機関において、均質燃焼時には吸気行程における強い吸気流を気筒内に確実に生成し、成層燃焼時にはこのような強い吸気流を気筒内に生成しないようにして、均質燃焼及び成層燃焼をいずれも良好なものとするのである。

【解決手段】 吸気ポートの気筒内開口の実質的な面積を変化させることを可能とする開口面積可変手段(9, 10)を具備し、成層燃焼時には開口面積可変手段によって気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、均質燃焼時には開口面積可変手段によって気筒内開口の実質的な面積を設定面積へ減少させる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 点火プラグと、気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁とを具備して成層燃焼と均質燃焼とを切り換えて実施する筒内噴射式火花点火内燃機関において、吸気ポートの気筒内開口の実質的な面積を変化させることを可能とする開口面積可変手段を具備し、前記成層燃焼時には前記開口面積可変手段によって前記気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、前記均質燃焼時には前記開口面積可変手段によって前記気筒内開口の実質的な面積を設定面積へ減少させることを特徴とする筒内噴射式火花点火内燃機関。

【請求項 2】 前記均質燃焼時でも多量の吸入空気量が必要な時には、前記開口面積可変手段によって前記気筒内開口の実質的な面積を前記設定面積より増大することを特徴とする請求項 1 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関。

【請求項 3】 前記開口面積可変手段は、前記吸気ポートを前記気筒内開口近傍から上流長手方向に少なくとも二分劃する隔壁と、前記隔壁によって二分劃された前記吸気ポートにおける二つの長手方向部分の一方を閉鎖可能な吸気制御弁とを具備し、前記成層燃焼時には前記吸気制御弁によって一方の前記長手方向部分を開放することにより前記気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、前記均質燃焼時には前記吸気制御弁によって一方の前記長手方向部分を閉鎖することにより前記気筒内開口の実質的な面積を前記設定面積へ減少させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関。

【請求項 4】 前記開口面積可変手段は、前記気筒内開口回りの一部分に形成されたマスク壁と、吸気弁のリフト量可変機構とを具備し、前記成層燃焼時には前記リフト量可変機構によって前記吸気弁が前記マスク壁を超えるように開弁させられて前記気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、前記均質燃焼時には前記リフト量可変機構によって前記吸気弁が前記マスク壁を越えないように開弁させられて前記気筒内開口の実質的な面積を前記設定面積へ減少させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、筒内噴射式火花点火内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】 気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁を具備する筒内噴射式火花点火内燃機関は、圧縮行程後半に燃料を噴射することにより、点火時点において着火性の良好な可燃混合気を点火プラグ近傍だけに形成し、気筒内全体としてリーンな混合気を燃焼可能な成層燃焼を実現するものである。

【0003】 こうして、成層燃焼は燃料消費率の低減に

有効であるが、圧縮行程において噴射された燃料を点火までの比較的短い時間で気化させなければならず、一般的な筒内噴射式火花点火内燃機関では、多量の燃料を必要とする機関高負荷時には成層燃焼を断念し、吸気行程で燃料を噴射することにより、点火時点において気筒内に均質混合気を形成する均質燃焼を実施するようになっている。

【0004】 このように、一般的な筒内噴射式火花点火内燃機関では、成層燃焼と均質燃焼とが切り換えて実施される。良好な均質燃焼を実現するためには、吸気行程において気筒内に強い吸気流を生成することが必要である。強い吸気流は、噴射燃料を十分に攪拌し、気筒内に良好な均質混合気を形成することを可能とすると共に、点火時点においても吸気流による乱れを気筒内に持続させ、燃焼速度を早めることを可能とする。

【0005】 しかしながら、吸気行程において強い吸気流を気筒内に生成して、点火まで気筒内に乱れを持続させると、成層燃焼時において、この乱れが、点火プラグ近傍への可燃混合気の形成を阻害したり、また、点火プラグ近傍に形成された可燃混合気を点火以前に分散させたりして、良好な成層燃焼を実現不可能とする。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従って、本発明の目的は、成層燃焼と均質燃焼とを切り換えて実施する筒内噴射式火花点火内燃機関において、均質燃焼時には吸気行程における強い吸気流を気筒内に確実に生成し、成層燃焼時にはこのような強い吸気流を気筒内に生成しないようにして、均質燃焼及び成層燃焼をいずれも良好なものとすることである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による請求項 1 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関は、点火プラグと、気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁とを具備して成層燃焼と均質燃焼とを切り換えて実施する筒内噴射式火花点火内燃機関において、吸気ポートの気筒内開口の実質的な面積を変化させることを可能とする開口面積可変手段を具備し、前記成層燃焼時には前記開口面積可変手段によって前記気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、前記均質燃焼時には前記開口面積可変手段によって前記気筒内開口の実質的な面積を設定面積へ減少させることを特徴とする。

【0008】 また、本発明による請求項 2 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関は、請求項 1 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関において、前記均質燃焼時でも多量の吸入空気量が必要な時には、前記開口面積可変手段によって前記気筒内開口の実質的な面積を前記設定面積より増大することを特徴とする。

【0009】 また、本発明による請求項 3 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関は、請求項 1 又は 2 に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関において、前記開口面積可変

手段は、前記吸気ポートを前記気筒内開口近傍から上流長手方向に少なくとも二分分割する隔壁と、前記隔壁によって二分分割された前記吸気ポートにおける二つの長手方向部分の一方を閉鎖可能な吸気制御弁とを具備し、前記成層燃焼時には前記吸気制御弁によって一方の前記長手方向部分を開放することにより前記気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、前記均質燃焼時には前記吸気制御弁によって一方の前記長手方向部分を閉鎖することにより前記気筒内開口の実質的な面積を前記設定面積へ減少させることを特徴とする。

【0010】また、本発明による請求項4に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関は、請求項1又は2に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関において、前記開口面積可変手段は、前記気筒内開口回りの一部分に形成されたマスク壁と、吸気弁のリフト量可変機構とを具備し、前記成層燃焼時には前記リフト量可変機構によって前記吸気弁が前記マスク壁を超えるように開弁させられて前記気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、前記均質燃焼時には前記リフト量可変機構によって前記吸気弁が前記マスク壁を越えないように開弁させられて前記気筒内開口の実質的な面積を前記設定面積へ減少させることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関の第一実施形態を示す概略縦断面図である。同図において、1は吸気ポート、2は排気ポートである。吸気ポート1は吸気弁3を介して、排気ポート2は排気弁4を介して、それぞれ気筒内へ通じている。5はピストンであり、6は気筒上部略中心に配置された点火プラグであり、7は気筒上部周囲から気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁である。燃料噴射弁7は、燃料のペーバを防止するために、燃焼室内において吸気流により比較的低温度となる吸気ポート1側に配置されている。

【0012】図2はピストン5の平面図である。図1及び2に示すように、ピストン5頂面には、凹状のキャビティ8が形成されている。キャビティ8は、ピストン5頂面の燃料噴射弁7側に偏在している。燃料噴射弁7は、スリット状の噴孔を有し、燃料を厚さの薄い扇状に噴射するものである。成層燃焼を実施するためには、図1及び2に示すように、圧縮行程末期において燃料をピストン5頂面に形成されたキャビティ8内へ噴射する。斜線で示す噴射直後の燃料は液状であるが、キャビティ8の底壁8aに沿って進行してキャビティ8の燃料噴射弁に対向する対向側壁8bによって点火プラグ6近傍に導かれるまでに気化し、点火時点においては、ドットで示す着火性の良好な可燃混合気となる。こうして、点火プラグ6近傍だけに可燃混合気を形成することにより、気筒内全体としてはリーンな混合気を燃焼可能とする成層燃焼を実現することが意図されている。

【0013】厚さの薄い扇状の燃料噴霧は、キャビティ8の底壁8aに沿って進行する際に幅方向に拡がるために、キャビティ8の底壁8aの広範囲部分から良好に熱を吸収することができる。キャビティ8の底壁8a上を幅方向に拡がった燃料において、燃料中央部は、キャビティ8の対向側壁8bによって上方向に向かう速度成分が付与され点火プラグ6近傍へ向かい、燃料両側部は、ピストン平面視において円弧状とされたキャビティ8の対向側壁8bに対してそれぞれ鋭角に衝突して、上方向へ向かう速度成分が付与されると共に中央方向へ向かう速度成分も付与され、点火プラグ6近傍へ向かう。

【0014】こうして、厚さの薄い扇状の燃料噴霧は、従来の円錐状の燃料噴霧に比較して、点火プラグ6近傍に気化程度の良好な一塊の可燃混合気を形成することができる。それにより、成層燃焼時の燃料噴射量を増加させることが可能となり、燃料消費率の低い成層燃焼を高負荷側へ拡大することができる。しかしながら、本発明は、このような扇状の燃料噴霧を実現する燃料噴射弁を必須の構成要素として有するものではなく、円錐状又は柱状等の燃料噴霧を実現する燃料噴射弁も使用可能である。

【0015】扇状の燃料噴霧によっても、機関高負荷時となって多量の燃料が必要とされる時には、圧縮行程末期だけで燃料を噴射することが難しくなり、吸気行程で燃料を噴射して均質燃焼が実施される。

【0016】良好な成層燃焼を実現するためには、点火時点において、点火プラグ6近傍に可燃混合気を維持することが必要である。一般的に、吸気行程において吸気弁3が開弁されると、吸気は吸気ポート1の気筒内開口周囲全体から気筒内へ導入される。それにより、吸気ポート1の気筒内開口における排気ポート2側からは、主にシリンダボアの排気ポート2側を下降して吸気ポート1側を上昇するように気筒内を縦方向に旋回しようとする吸気流が発生すると共に、吸気ポート1の気筒内開口における反排気ポート側からは、主にシリンダボアの吸気ポート1側を下降して排気ポート2側を上昇するように気筒内を縦方向に旋回しようとする吸気流が発生し、これら二つの吸気流は気筒内で互いに衝突する。また、気筒内へ吸気を導入するための吸気ポート1における気筒内開口の実質的な面積は比較的大きくなるために、気筒内へ導入される際の吸気流速は全体的に遅くなる。

【0017】こうして、前述の二つの吸気流は弱いものであるために、互いに衝突することによって吸気行程中に容易に消滅し、少なくとも圧縮行程後半に気筒内には乱れが持続していることはなく、気筒内の乱れによって成層燃焼時の可燃混合気が点火プラグ6近傍に形成されることを阻害したり、点火プラグ6近傍に形成された可燃混合気が点火以前に分散させられるようなことはない。こうして、良好な成層燃焼を実現することができる。



【0018】しかしながら、こうして気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大として吸気を導入すると、前述したように吸気行程において気筒内には強い吸気流が存在せず、均質燃焼時に燃料噴射弁7から噴射された燃料が吸気流によって十分に攪拌されて気筒内全体に分散することがないために、良好な均質混合気を形成することができなくなる。

【0019】本実施形態は、成層燃焼及び均質燃焼をいずれも良好にすることを意図するものである。本実施形態において、吸気弁3は、通常のカムによって駆動せられるのではなく、例えば、電磁式又は油圧式のアクチュエータ10によって駆動せられるようになっており、このアクチュエータ10は作動ストロークを容易に変化させることができるものである。排気弁4は通常のカムによって駆動せられるようにしても良いが、吸気弁3のためのアクチュエータ10と同様なアクチュエータ11によって駆動せられるようになっている。特に、吸気弁3のアクチュエータ10は、図3に一点鎖線で示すように、吸気弁3の大きなリフト量を実現する第一作動位置と、図3に実線で示すように、吸気弁3の小さなリフト量を実現する第二作動位置との少なくとも二段階の作動が可能となっている。

【0020】また、図1及び3に示すように、吸気ポート1の気筒内開口回りにおける排気ポート反対側部分には、下方方向に突出するマスク壁9が形成されている。前述したアクチュエータ10の第一作動位置では、大きなリフト量によって、図3に示すように、吸気弁3がマスク壁9を超えるように開弁させられる。それにより、吸気ポート1の気筒内開口の吸気導入に関する実質的な面積は最大となる。また、前述したアクチュエータ10の第二作動位置では、小さなリフト量によって、図3に示すように、吸気弁3がマスク壁9を超えないように開弁させられる。それにより、吸気ポート1の気筒内開口の吸気導入に関する実質的な面積は、マスク壁9によって覆われていない設定面積となる。

【0021】図4は、このような吸気弁1のリフト量を切り換えるためのマップである。このマップにおいて、運転領域は、機関回転数と機関負荷とによって三つの領域A、B、Cに分割されている。運転領域Aは、機関回転数と機関負荷とがいずれも比較的低い運転領域であり、前述した成層燃焼を実施する領域である。この運転領域Aでは、アクチュエータ10は第一作動位置とされる。それにより、吸気弁3は、マスク壁9を超えて開弁させられ、吸気ポート1の気筒内開口の面積は最大とされるために、前述した一般的な場合と同様に、気筒内へ導入される吸気流速は全体的に遅くなると共に、主に生成される二つの吸気流（図3に一点鎖線で示す）は気筒内を縦方向に旋回する際に互いに衝突して容易に消滅するために、圧縮行程において可燃混合気に悪影響を与えることはなく、良好な成層燃焼が実現される。

【0022】また、運転領域Bは、機関回転数と機関負荷とがいずれも比較的高い運転領域であり、この時の比較的多い必要燃料量を圧縮行程後半だけで噴射することは困難となるために、前述した均質燃焼を実施する領域である。この運転領域Bでは、アクチュエータ10は第二作動位置とされる。それにより、吸気弁3は、マスク壁9を超えないように開弁させられ、吸気ポート1の気筒内開口の面積は設定面積へ減少させられる。それにより、気筒内へ導入される吸気流速は速くなると共に、図3に実線で示すように、主に生成される吸気流は、シリンダボアの排気ポート2側を下降してシリンダボアの吸気ポート1側を上昇するように旋回するものだけである。こうして、吸気行程において気筒内には一方向の強い吸気流によって縦方向に旋回する渦が形成され、吸気行程中に噴射された燃料を十分に攪拌して気筒内全体に分散させ、良好な均質混合気を形成することが可能となる。また、この強い吸気渦は、圧縮行程においても気筒内を旋回し続け、点火時点において気筒内に乱れをもたらすために、均質燃焼の燃焼速度を速めることも可能とする。こうして、良好な均質燃焼が実現される。冷却水温が低い時には、気筒内での燃料気化が悪化するため、均質燃焼運転領域Bを低回転低負荷側へ拡大しても良い。それにより、比較的必要燃料量が多い成層燃焼領域は均質燃焼領域とされ、強い吸気流による良好な均質燃焼が実施される。

【0023】運転領域Cは、運転領域Bよりさらに機関回転数及び機関負荷が高い領域であり、均質燃焼を実施する領域であるが、多量の吸気が必要である。この運転領域Cにおいて、アクチュエータ10を第二作動位置とすると、吸気ポート1の気筒内開口の実質的な面積が小さ過ぎて、吸気不足が発生してしまう。それにより、アクチュエータ10は第一作動位置とされ、吸気弁3がマスク壁9を超えるように開弁させられ、吸気ポート1の気筒内開口の面積を最大として吸気不足を防止するようになっている。この運転領域では、多量の吸気が気筒内へ導入されるために、成層燃焼時に比較して吸気流速は大きくなり、吸気行程において成層燃焼時よりは強い乱れを気筒内に生成することができる。それにより、噴射燃料を十分に攪拌して良好な均質混合気を形成することが可能である。

【0024】本実施形態では、アクチュエータ10は、吸気弁1のリフト量を二段階に可変とするものとしたが、吸気弁3がマスク壁9を僅かに超えるように開弁させられる吸気弁3の中間リフト量を実現可能とすれば、前述の運転領域Cにおいて、この中間リフト量で吸気弁3を開弁させるようにしても良い。こうすることにより、吸気ポート1の気筒内開口の面積は、運転領域Bにおける設定面積より増大させられ、吸気不足を解消することができる。この時、気筒内には主に前述の二つの吸気流が生成されるが、シリンダボアの吸気ポート1側を



下降して排気ポート2側を上昇して旋回しようとする吸気流は、速い流速を有するものの絶対量が少なく、絶対量の多い反対方向の吸気流に取り込まれ、結果的には、シリンダボアの排気ポート2側を下降して吸気ポート1側を上昇する旋回流だけが形成される。この旋回流によって、良好な均質混合気の形成だけでなく、点火時点の気筒内乱れによる燃焼速度の向上も実現することが可能となる。

【0025】本実施形態において、マスク壁は、吸気ポート1の気筒内開口回りにおける排気ポート反対側部分に設けたが、これは本発明を限定するものではなく、図5に示すように、マスク壁9'を吸気ポートの気筒内開口回りにおける排気ポート側部分に設けるようにしても良い。このようなマスク壁9'によっても吸気弁3がマスク壁9'を超えるように開弁させられれば、前述同様に気筒内には強い吸気流の渦が生成されることはなく、良好な成層燃焼を実現可能である。

【0026】一方、吸気弁3がマスク壁9'を超えないように開弁させられれば、前述とは逆に気筒内にはシリンダボアの吸気ポート側を下降して排気ポート側を上昇する強い縦旋回流が生成され、良好な均質燃焼を実現可能である。高回転高負荷運転領域Cでは、前述同様に、気筒内開口の面積を最大としても良く、また、気筒内開口の面積を通常均質燃焼時の設定面積より増大させるようにしても良く、それにより、吸気不足が発生することではなく、良好な均質燃焼を実現可能である。

【0027】また、図6に示すように、又は、図6に示すのとは反対のように、吸気ポートの気筒内開口回りにおける排気ポート側と吸気ポート側とのそれぞれ略半分を取り囲むようにマスク壁9''を設けるようにしても良い。このようなマスク壁9''によっても吸気弁3がマスク壁9''を超えるように開弁させられれば、前述同様に気筒内には強い吸気流の渦が生成されることはなく、良好な成層燃焼を実現可能である。

【0028】一方、吸気弁3がマスク壁9''を超えないように開弁させられれば、特に気筒内を旋回する吸気流は生成されないが、高速の吸気流が気筒内へ導入されることにより気筒内には強い乱れがもたらされ、噴射燃料が十分に攪拌されることによって十分に均質化された均質混合気が形成され、良好な均質燃焼を実現することができる。高回転高負荷運転領域Cでは、前述同様に、気筒内開口の面積を最大としても良く、また、気筒内開口の面積を通常均質燃焼時の設定面積より増大させるようにしても良く、それにより、吸気不足が発生することではなく、良好な均質燃焼を実現可能である。

【0029】図7は、本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関の第二実施形態を示す概略縦断面図である。第一実施形態との違いについてのみ以下に説明する。本実施形態において、吸気ポート1は、気筒内開口近傍から上流長手方向に延在する隔壁20によって、排気ポート

2側の第一長手方向部分1aと、反排気ポート2側の第二長手方向部分1bとに二分割されている。また、シリンダヘッドに接続される吸気ポート延長部21も隔壁によって同様に二分割され、第二長手方向部分1bの延長部分には、この延長部分を閉鎖可能な吸気制御弁23が配置されている。この吸気制御弁23は、ステップモータ等のアクチュエータによって駆動されるものである。

【0030】隔壁20は、吸気ポート1の気筒内開口近傍から延在するものであるために、吸気弁3の開閉時に接触を防止するための切り欠きが形成されている。吸気弁3及び排気弁4は、通常のカムによって駆動され、特にリフト量は可変となっていない。

【0031】このように構成された本実施形態において、吸気制御弁23は、図4に示すマップの成層燃焼運転領域Aにおいて、全開されて吸気ポート1の第二長手方向部分1bを開放する。それにより、吸気ポート1の気筒内開口の面積は最大となり、第一実施形態で説明したと同様に、気筒内には強い吸気流が発生することではなく、良好な成層燃焼を実現可能である。

【0032】一方、均質燃焼運転領域Bにおいては、吸気制御弁23は閉弁される。それにより、吸気は吸気ポート1の第一長手方向部分1aからのみ気筒内へ導入され、これは、吸気ポート1の気筒内開口の実質的な面積を設定面積へ減少させることとなる。それにより、吸気は、第一実施形態の図3において説明したように、実線で示す一方向の高速吸気流として気筒内へ導入され、シリンダボアの排気ポート側を下降して吸気ポート側を上昇する強い縦旋回流を形成する。それにより、第一実施形態で説明したと同様に、良好な均質燃焼が実現される。

【0033】多量の吸気が必要な均質燃焼運転領域Cにおいては、吸気制御弁23を全開して吸気ポート1の気筒内開口の実質的な面積を最大とすれば、第一長手方向部分1a及び第二長手方向部分1bの両方を使用して吸気が気筒内へ導入され、吸気不足が発生することは防止される。この時、第一長手方向部分1a及び第二長手方向部分1bのそれぞれから気筒内へ導入される吸気流は、吸気量の増大によって比較的流速が速くなるために、気筒内には乱れがもたらされ、良好な均質混合気を形成することが可能となる。

【0034】また、この均質燃焼運転領域Cにおいて、吸気制御弁23を半開するにようにしても良い。こうすることにより、吸気ポート1の気筒内開口の面積は、通常の均質燃焼時における設定面積より増大し、吸気は第一長手方向部分1a及び第二長手方向部分1bのいずれから気筒内へ導入され、吸気不足を解消することができることに加えて、第二長手方向部分1bから気筒内へ導入される吸気流は、流速が速いが絶対量が少ないために、第一長手方向部分1aから気筒内へ導入される多量の吸気流に取り込まれ、結果的には、シリンダボアの排

気ポート側を下降して吸気ポート側を上昇する縦旋回流が形成される。それにより、さらに良好な均質混合気を形成することができると共に、点火時点において気筒内に乱れを持続させて燃焼速度を速めることも可能となる。

【0035】本実施形態において、均質燃焼時に強い吸気流を発生させるための第一長手方向部分1aは、略半円形断面としたが、断面積を減少させることなく吸気流れをさらに滑らかにして吸気流を強めるために、長円形又は楕円形断面としても良い。また本実施形態では、隔壁20によって吸気ポート1を排気ポート側の第一長手方向部分1aと、反排気ポート側の第二長手方向部分1bとに二分割して、第二長手方向部分1bを吸気制御弁23によって閉鎖可能としたが、これは本発明を限定するものではなく、第二長手方向部分1bに代えて第一長手方向部分1aを吸気制御弁によって閉鎖可能としても良い。このような構成では、前述同様な吸気制御弁の開閉制御によって各運転領域で図5に示す第一実施形態の変形例と同様な吸気流を生成することができ、成層燃焼及び均質燃焼をいずれも良好なものとする事ができる。

【0036】また、第二実施形態では、横方向の隔壁20によって吸気ポート1を長手方向に二分割したが、縦方向の隔壁によって吸気ポート1を二分割するようにしても良い。こうして分割された二つの長手方向部分の一方を吸気制御弁によって閉鎖可能とすることにより、図6に示す第一実施形態の変形例と同様な吸気流を生成することができ、成層燃焼及び均質燃焼をいずれも良好なものにすることができる。第二実施形態を含めて、このように長手方向に二分割された吸気ポート1をさらに長手方向に分割するのは自由である。

【0037】

【発明の効果】このように本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関によれば、点火プラグと、気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁とを具備して成層燃焼と均質燃焼とを切り換えて実施する筒内噴射式火花点火内燃機関において、吸気ポートの気筒内開口の実質的な面積を変化させることを可能とする開口面積可変手段を具備し、成層燃焼時には開口面積可変手段によって気筒内開口の実質的な面積をほぼ最大とし、均質燃焼時には開口

面積可変手段によって気筒内開口の実質的な面積を設定面積へ減少させるようになっている。それにより、成層燃焼時には、吸気量も比較的少ないことも相まって、最大面積とされた吸気ポートの気筒内開口を介して気筒内へ導入される吸気流は全体的に遅くなり、吸気行程において気筒内に強い乱れは発生せず、良好な成層燃焼を実現することができる。一方、均質燃焼時には、吸気ポートの気筒内開口の面積は設定面積へ減少させられるために、この気筒内開口を介して気筒内へ導入される吸気流は速いものとなり、吸気行程において気筒内に強い乱れをもたらすために、噴射燃料を十分に攪拌して十分に均質化された均質混合気を気筒内に形成することができ、良好な均質燃焼を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関の第一実施形態を示す概略縦断面図である。

【図2】図1の筒内噴射式火花点火内燃機関のピストン平面図である。

【図3】図1の筒内噴射式火花点火内燃機関における吸気弁の可変リフトを説明する図である。

【図4】吸気弁の可変リフト制御及び吸気制御弁の開閉制御に使用するマップである。

【図5】図1の筒内噴射式火花点火内燃機関の変形例を示すシリンダヘッド底面図である。

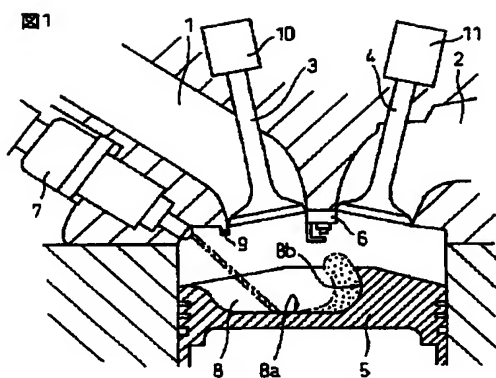
【図6】図1の筒内噴射式火花点火内燃機関のもう一つの変形例を示すシリンダヘッド底面図である。

【図7】本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関の第二実施形態を示す概略縦断面図である。

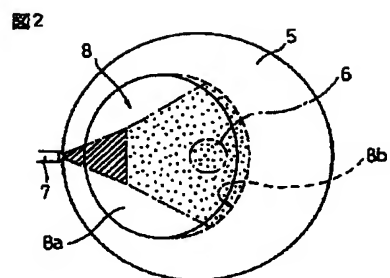
【符号の説明】

- 1…吸気ポート
- 2…排気ポート
- 3…吸気弁
- 4…排気弁
- 5…ピストン
- 6…点火プラグ
- 7…燃料噴射弁
- 10, 11…アクチュエータ
- 20…隔壁
- 23…吸気制御弁

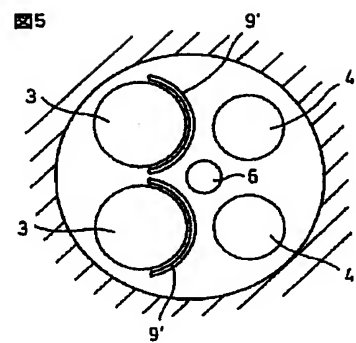
【図1】



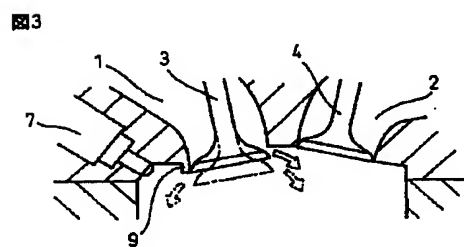
【図2】



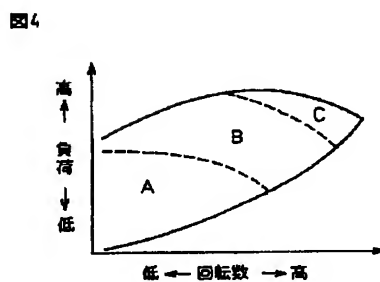
【図5】



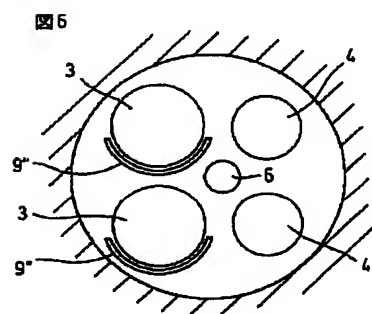
【図3】



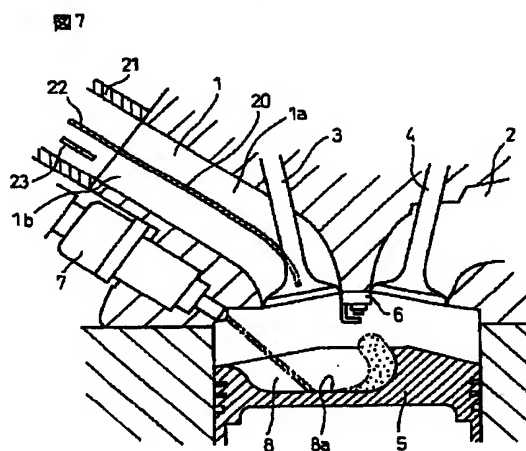
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

タームコード (参考)

F 0 2 D 13/02

F 0 2 D 13/02

G

41/02

3 1 0

41/02

3 1 0 A

F ターム (参考) 3G023 AA07 AB03 AC05 AD05 AD06

AD09 AG01

3G092 AA01 AA06 AA09 AA10 DA03

DA14 DC02 DC06 DG08 EA01

EA02 EA11 HA06X HA11Z

HA13X HE01Z

3G301 HA16